

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) PATENT BULLETIN (B2)

(11) Patent No.: No. 2617054

(45) Issuing Date: June 4, 1997

(24) Registration Date: March 11, 1997

(51) Int.Cl6 Identification Symbol

G02B 26/08

6/26

H01L 31/0232

Patent Office Assigned Number	FI	Technology Display Location
-------------------------------	----	-----------------------------

G02B 26/08

E

6/26

H01L 31/0232

C

Number of Claim: 1

(Total page: 4)

---

(21) Application Number : Patent Application 3-271013 (1991)

(22) Application Date: October 18, 1991

(65) Disclosure No.: Patent Disclosure 5-107485 (1993)

(43) Disclosure Date: April 30, 1993

(73) Patent Holder: 000004226

Nippon Telegraph and Telephone K K

1-6, 1-Chome, Uchi-saiwai-cho Chiyoda-ku,

Tokyo

(72) Inventor: K. Kunio

c/o Nippon Telegraph and Telephone K K

1-6, 1-Chome, Uchi-saiwai-cho Chiyoda-ku,

Tokyo

(72) Inventor: F. Taihei

c/o Nippon Telegraph and Telephone K K

1-6, 1-Chome, Uchi-saiwai-cho Chiyoda-ku,

Tokyo

(74) Agent, Attorney: A. Sugimura (and one other)

Examiner: A. Miyamoto

(56) References Patent Disclosure 55-142307 [1980] (JP, A)

Patent Disclosure 1-102515 [1989] (JP, A)

(54) [Subject of Invention]

Optical connection module

(57) [Scope of the Patent Claim]

[Claim Item 1] An optical connection module having the following

characteristics: Substrates, in that the optical fiber(s) and the mirror which can rotate in vertical direction and horizontal direction 2 axes independently are arranged in two dimension and further in between the substrates light receiving elements are arranged, are employed; the end face of optical fiber of one side substrate and the reflection mirror of the other substrate are set to face each other with a certain interval; the position of the light is detected by the aforementioned light receiving elements and the light emitted from the optical fiber of one side substrate is reflected by the reflection mirror of the other side substrate; and by hitting this light onto an optical fiber or onto a rotation reflection mirror on the opposing substrate, arbitrary fibers are (can be) optical connected.

[Detailed Explanation of the Invention]

[0001]

[Industrial Application Field] The present invention is related to an optical connection module for switching the optical signal between a plural number of optical fibers in the field of optical communication.

[0002]

[Conventional Technology] Hitherto, in the spatial connection for switching light signal between two dimensional fiber array, as shown in Fig 4, it is constructed by arranging a number of beam shifters 2 in between the (two) substrates 1 arranged

with two dimensional fiber array. In this construction, the light emitted from the optical fibers 3 is converted to the parallel light beam 5 by the micro-lens 4. After passing through all of the beam shifters 2, it would finally reach the fiber array of the other side. When the light beam 5 passes through the beam shifter 2, depending on the presence of absence of electrical signal, its advancing path would be changed. The light beam 5 received advancing path change would moved to the neighboring section (the beam shifter 2 is divided into a number of sections). Therefore, for changing the advancing path of the beam by a large amount, many beam shifters would be required. For example, in Fig 4, in the case where the corner fiber of one of the two dimension fiber array is to be connected to a fiber (of the other two dimensional fiber array) positioned diagonally, 8 units of beam shifters would be needed. As above, if too many parts are present between the two optical fibers to be spatially connected, a problem would occur that not only the light loss between the fibers would become large but also a high precision would be needed for matching the mutual positions of the two dimensional fiber array 1 and the beam shifters 2.

[0003]

[The Problem to be Solved by the Invention] In the present invention, by using two rotational reflection mirrors, an optical connection module in that the aforementioned problem is eliminated is provided.

[0004] The optical connection module of the present invention is as follows:

Substrates, in that the optical fiber(s) and the mirror which can rotate in vertical direction and horizontal direction 2 axes independently are arranged in two

dimension and further in between the substrates light receiving elements are arranged, are employed; the end face of optical fiber of one side substrate and the reflection mirror of the other substrate are set to face each other with a certain interval; the position of the light is detected by the aforementioned light receiving elements and the light emitted from the optical fiber of one side substrate is reflected by the reflection mirror of the other side substrate; and by hitting this light onto an optical fiber or onto a rotation reflection mirror on the opposing substrate, arbitrary fibers are (can be) optical connected.

[0005]

[Implementation Example] Below, by referring to figures, implementation examples of the present invention are illustrated in details. Fig 1 is an oblique view showing the basic construction of the array substrate arranged with optical fibers and rotational reflection mirrors in two dimension. 3 is optical fiber; 4 is microlens on the microlens substrate; 6 is the opening hole for arranging the rotational reflection mirror on the microlens substrate; 7 is the substrate arranged with microlens(es); 8 is the rotational reflection mirror capable of rotating in 2 axial directions; 9 is the array substrate arranged in two dimension for holding the optical fiber 3 and the rotation mirror 8. Microlens 4 is arranged in opposing the end face of the optical fiber 3 to change the emitted light to parallel beam. The rotational reflection mirror 8 can be rotated to the 2 axes of vertical direction and horizontal direction independently; thus, the mirror face can be directed to any direction.

[0006] Fig 2 is an oblique view showing the basic construction of the optical connection module. It is shown in the condition by tilting the fiber array for easier understanding of the connecting state by the array substrates (the microlens substrate 7 is not shown in the figure) A and B. Originally, the array substrate A is fixed in parallel against the array substrate B so that there would be a fixed distance between the fibers and the rotational mirrors of the array substrate A and the rotational reflection mirrors and fibers of the array substrate B.

[0007] In this construction, when the number  $i$  fiber  $F_a(i)$  of the array substrate A and the number  $j$  fiber  $F_b(j)$  of the array substrate B are to be connected, the rotational mirror  $M_b(i)$  on the array substrate B positioned at the opposite to the fiber  $F_a(i)$  is set in an angle so that the light emitted from the fiber  $F_a(i)$  would hit the number  $j$  rotational reflection mirror  $M_a(j)$ ; similarly, the rotational reflection mirror  $M_a(j)$  is adjusted so that the reflected beam from the rotation reflection mirror  $M_b(i)$  would propagate to the fiber  $F_b(j)$ .

[0008] If the reflection beam of the rotation reflection mirror  $M_a(j)$  is set to hit the rotational reflection mirror  $M_b(k)$  [instead of the fiber  $F_b(j)$ ] and further, the reflection beam from this mirror is set to irradiate  $F_a(k)$ , the light emitted from the array substrate A can be connected to other optical fiber on the same substrate. Namely, if 2 sheets of reflection mirrors are employed, the emitted beam from the array substrate A can be spatially connected to (any) arbitrary optical fiber on the array substrate opposing the emission beam; and if 3 sheets of reflection mirrors are employed, the emitted beam from the array substrate A can be spatially connected to (any) arbitrary optical fiber on the same substrate. Furthermore, the

connection by just one sheet of reflection mirror is also possible. In this case, the input & output lights are on the same substrate and the light input would be tilted; thus the light propagation would be limited to one direction.

[0009] If the spatial connection in that the light emitted from the fiber  $F_a(i)$  is to be returned as reflection beam to the original fiber  $F_a(i)$  by the reflection mirror  $M_b(i)$  is also included in consideration, in the optical connection module of the present invention, all of the optical fibers constructing the module (including the module itself) can be spatially connected mutually.

[0010] The light loss in this spatial connection has almost no relation to the route of the optical connection and/or the length; thus only the reflectancees by the 2 sheets or 3 sheets of the reflection mirror have to be considered. In this regard, by adapting the hitherto widely used high reflection film, the light loss would become smaller. And, even against the Fresnel reflection loss during the transmission of microlens, by using a low reflection film, its effect can be reduced.

[0011] In connection to the relative positions of the array substrate A and the positions of each fiber to be arranged on the array substrate, high precision would not be required. Only a precision in that the light emitted from  $F_a(i)$  would securely hit the rotational reflection mirror  $M_b(i)$  is required. The reason for this is that the light beam received at rotational reflection mirror  $M_b(i)$  is cut off at the rotational reflection mirror  $M_a(j)$  and to be propagated to the fiber  $F_b(j)$ , neither would have relation ship to the position of the other; it can be connected by adjusting the angle of the rotational reflection mirror.

[0012] However, in this method, for knowing the position of the beam on the array substrate, a light beam has to be aimed at the optical fiber to detect its position. However, in the case when in addition to the objective fiber, other fibers are connected and one more light beam cannot be aimed, the position detection of the beam would become difficult to cause problem.

[0013] Fig 3 is a front view of an array substrate in that in the space between the fiber end face and the rotational reflection mirror, the light receiving element 10 is arranged so that the position detection of the light beam is made possible. The construction of the module is performed as described above. In this array substrate, as described below, the light beam can be set to hit the objective mirror and/or the fiber.

[0014] First of all, to an arbitrary light receiving element 10 on the array substrate on the opposite side, the light beam 5 is aimed, the hitting light beam position  $P_1$  is then detected. Next, From this, the positions of the objective fiber  $F_0$  or the mirror  $M_0$  (not shown in the figure) are calculated. And the light beam scanning is performed. In this method, during the light beam scanning, the beam is not to be moved directly to the objective (for example the fiber  $F_0$ ); instead first of all, by one of the 4 light receiving elements 10' arranged in the circumference (surrounding), the light beam position is detected. Then when the light beam is scanned to the fiber  $F_0$ , the light beam can be made to securely hit the objective fiber  $F_0$  since the relative position of the fiber  $F_0$  and the light receiving element 10' is close.



[0015]

[Effect of the Invention] As described above, in the optical connection module of the present invention, in the case when the optical fibers on an array substrate are to be mutually connected, for the light advancing path change and position determination, only 2 sheets of rotational reflection mirror against each fiber are to be employed. Thus the operation is simple. And the light loss would be small. And, in the case when the combination between the already connected fibers is to be changed, it can be achieved similarly. Furthermore, high precision against the relative positions of the fiber arrangements and/or array substrates is not required; thus, it is expected that there would be an effect that the fabrication and assembly of these parts would become easier.

[Brief Explanation of Figures]

Fig 1 is an oblique view showing the basic construction of the array substrate arranged with optical fibers and rotational reflection mirrors in two dimension.

Fig 2 is a diagram showing the optical spatial connection condition using 2 sheets of array substrate.

Fig 3 is a front view of an array substrate (by the two dimension arrangement) in that in the space between the fiber end face and the rotational reflection mirror, the light receiving element is arranged so that the position detection of the light beam is made possible.

Fig 4 is an oblique view showing the construction of an optical connection module of two dimension using beam shifters.

[Illustration of Symbols]

- 1...two dimension fiber array substrate
- 2...beam shifter
- 3...optical fiber
- 4...microlens
- 5...light beam
- 6...opening hole
- 7...microlens substrate
- 8...rotational reflection mirror
- 9...array substrate
- 10, 10'...light receiving element
- A, B...array substrate
- $F_0, F_a(i), F_a(k), F_b(j)$ ... fiber
- $P_1$ ...light beam position
- $M_b(i), M_a(j), M_b(k)$ ...rotational reflection mirror

Fig 1

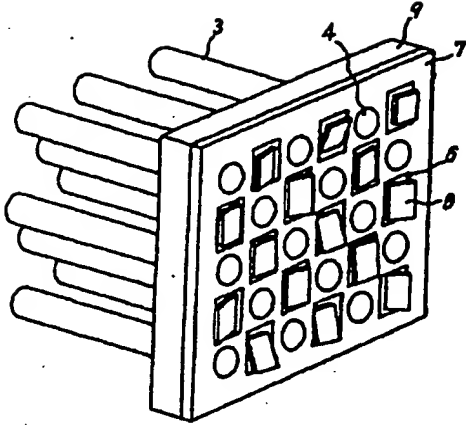


Fig 2

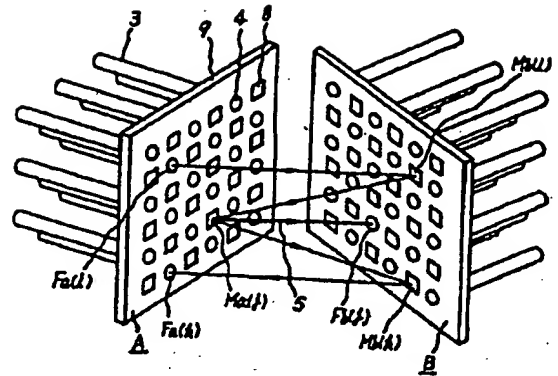


Fig 3

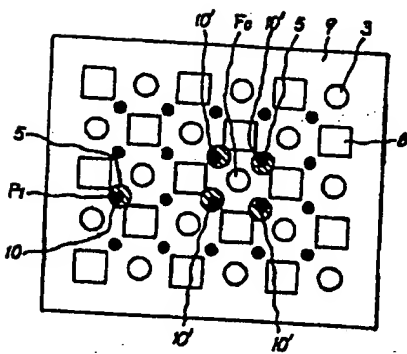
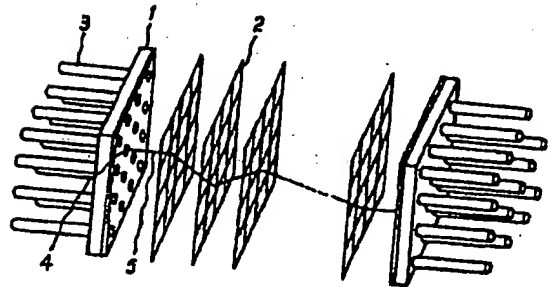


Fig 4



(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-107485

(43)公開日 平成5年(1993)4月30日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/08	E	7820-2K		
6/26		7132-2K		
H 0 1 L 31/0232		7210-4M	H 0 1 L 31/ 02	C

審査請求 未請求 請求項の数2(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-271013

(22)出願日 平成3年(1991)10月18日

(71)出願人 000004228

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 小藪 田夫

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 大平 文和

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

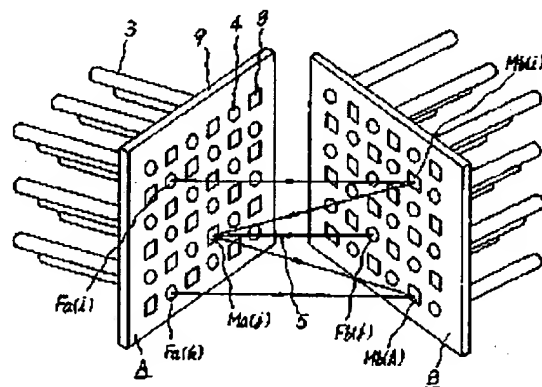
(74)代理人 弁理士 杉村 曉秀 (外1名)

(54)【発明の名称】 光接続モジュール

(57)【要約】

【目的】 ファイバの配列や、アレイ基板の相対位置に対して高精度を必要としないで、アレイ基板上のファイバ間の相互接続を簡単な操作で行うことのできる光接続モジュールを提供することにある。

【構成】 光ファイバ3と回転可能な反射ミラー8とを二次元配列したアレイ基板A、Bを用いて、一方のアレイ基板Aの光ファイバの端面と、他方のアレイ基板Bの回転反射ミラー8とが、互いに向き合うように一定の間隔をおいて対向させ、一方のアレイ基板Aの光ファイバから出た光を、他方のアレイ基板Bの回転反射ミラーで反射させ、この光を対向するアレイ基板Aの上の光ファイバ3または回転反射ミラー8に光を当てることにより、任意の光ファイバ3同士を光接続する光接続モジュールである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバと回転可能なミラーとを二次元配列した基板を用いて、一方の基板の光ファイバの端面と、他方の基板の反射ミラーとが、互いに向き合うように一定の間隔をおいて対向させ、一方の基板の光ファイバから出た光を、他方の基板の反射ミラーで反射させ、この光を対向する基板上の光ファイバまたは反射ミラーに光を当てることにより、任意の光ファイバ同士を光接続することを特徴とする光接続モジュール。

【請求項2】 請求項1に記載の光接続モジュールにおいて、二次元配列基板上で光ファイバ端面と反射ミラーの間に受光素子を配列し、光の位置検出を可能としたことを特徴とする光接続モジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光通信の分野において、複数の光ファイバ間で光信号を切り換える光接続モジュールに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、二次元ファイバアレイ間で光信号を切り換える空間接続では、図4に示すように、二次元ファイバアレイを配置した基板1の間に、幾つかのビームシフタ2を設置した構成になっている。この構成では、光ファイバ3から出てきた光が、マイクロレンズ4によって平行な光ビーム5に変換され、すべてのビームシフタ2を通過してから、最後に他方のファイバアレイに到達する。光ビーム5はビームシフタ2を通過するとき電気信号の有無によって、その進路が変えられ、進路変更を受けた光ビーム5は、ビームシフタ2内の幾つかに分割されているセクションを一つだけ隣に移動する。したがって、ビームの進路を大きく変えるためには、多くのビームシフタが必要になる。例えば、図4において一方の二次元ファイバアレイ1の隅のファイバを、他方の二次元ファイバアレイ上で対角の位置にあるファイバに接続する場合、8個のビームシフタが必要になる。このように空間接続する二つの光ファイバの間に多くの部品が存在すると、ファイバ間での光の損失が大きくなるだけでなく、二次元ファイバアレイ1およびビームシフタ2の相互の位置合わせに高精度が必要となるといった問題が起きる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は二つの回転反射ミラーを用いることにより、前記の問題を解消する光接続モジュールを提供することにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明の光接続モジュールは、光ファイバと回転可能なミラーとを二次元配列した基板を用いて、一方の基板の光ファイバの端面と、他方の基板の回転反射ミラーとが互いに向き合うように一定の間隔をおいて対向させ、一方の基板の光ファイバから出た光を、他方の基板の回転反射ミラーで反射させ、この光を対向する基板上の光ファイバまたは反射ミラーに光を当てることにより、任意の光ファイバ同士を光接続することを特徴とする光接続モジュール。

ら出た光を、他方の基板の回転反射ミラーで反射させ、この光を対向する基板上の光ファイバまたは回転反射ミラーに光を当てることにより、任意の光ファイバ同士を光接続する。

## 【0005】

【実施例】 以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

## 実施例1

図1は光ファイバと回転反射ミラーを二次元に配列したアレイ基板の基本構成を示す斜視図であって、3は光ファイバ、4はマイクロレンズ基板上のマイクロレンズ、6はマイクロレンズ基板上で回転反射ミラーを配置するための開孔、7はマイクロレンズを配置した基板、8は二軸方向に回転できる回転反射ミラー、9は二次元に配列してファイバ3と回転反射ミラー8を保持するアレイ基板である。マイクロレンズ4は光ファイバ3の端面と対向しており、出射光を平行な光ビームに変換する。回転反射ミラー8は縦方向と横方向の二軸に独立して回転可能であるので、ミラー面を任意の方向に向けることができる。

【0006】 図2は光接続モジュールの基本構成を示す斜視図であって、アレイ基板（マイクロレンズ基板7は図示せず）AとBによる接続状態をわかり易くするため、ファイバアレイを傾けた状態で図示している。本来、アレイ基板Aは、そのファイバと回転反射ミラーが、アレイ基板Bの回転反射ミラーとファイバとに一定の間隔をおいて平行に対向するように固定される。

【0007】 この構成において、アレイ基板Aのi番目のファイバF<sub>i</sub>、(i)とアレイ基板Bのj番目のファイバF<sub>j</sub>、(j)を接続する場合、ファイバF<sub>i</sub>、(i)と対向する位置にあるアレイ基板Bの上の回転ミラーM<sub>j</sub>、(j)は、ファイバF<sub>i</sub>、(i)から出てきた光が、アレイ基板Aのj番目にある回転反射ミラーM<sub>j</sub>、(j)に当たるように、その角度を設定し、同様に回転反射ミラーM<sub>i</sub>、(i)は、回転反射ミラーM<sub>j</sub>、(j)からの反射ビームを、ファイバF<sub>j</sub>、(j)に伝搬するように調整すればよい。

【0008】 もし回転反射ミラーM<sub>j</sub>、(j)の反射ビームをファイバF<sub>j</sub>、(j)ではなく、回転反射ミラーM<sub>k</sub>、(k)に当て、さらにこのミラーの反射ビームをF<sub>k</sub>、(k)に照射すると、アレイ基板Aから出た光を、同じ基板上の他の光ファイバと接続できる。すなわち、2枚の反射ミラーを使うと、出射ビームと対向するアレイ基板上の任意の光ファイバと、また3枚の反射ミラーを使うと、出射ビームと同じアレイ基板上の任意の光ファイバと、それぞれ空間接続ができる。なお、反射ミラーを1枚だけ使う接続も可能で、この場合には、入出射する光ファイバが同じ基板上にあり、かつ光が斜め入射になるので、光伝搬は一方向という制限を受ける。

【0009】 ファイバF<sub>i</sub>、(i)から出てきた光を、回転反射ミラーM<sub>j</sub>、(j)で反射した光を、ファイバF<sub>j</sub>、(j)に反射ビーム

ムを戻す空間接続まで含めて考えると、本発明の光接続モジュールでは、自己を含めモジュールを構成するすべての光ファイバを、相互に空間接続できる。

【0010】この空間接続における光の損失は、光接続の経路や長さにはほとんど関係なく、2枚または3枚の反射ミラーによる反射率だけを考慮すればよく、これに対しては、従来から広く使われている高反射膜の採用により、光の損失は小さくなる。なお、マイクロレンズを透過するときのフレネル反射損に対しても低反射膜を使うことで、その影響を低減できる。

【0011】また、アレイ基板A、Bの相対的な位置およびアレイ基板上に配列する各ファイバの位置については、高精度を必要とせず、ファイバF、(i)から出た光ビームが、回転反射ミラーM、(i)に確実に当たるだけの精度があればよい。この理由は、回転反射ミラーM、(i)で受けた光ビームを、回転反射ミラーM、(i)で中断し、ファイバF、(i)に伝搬するとき、いずれも相手の位置に関係なく、回転反射ミラーを角度調整することにより接続できるからである。

【0012】なお、この実施例1の方法では、アレイ基板上のビームの位置を知るには、ファイバに光ビームを当てて、その位置を検出することになる。ところが目的のファイバ以外、他のすべてのファイバが接続されていて、これらのファイバに、もう一つの光ビームを当てることができない場合には、ビームの位置検出が困難になるという問題がある。実施例2に、この問題の解決方法を示す。

#### 【0013】実施例2

図3は二次元配列基板上でファイバ端面と回転反射ミラーの間に、受光素子10を配置し、光ビームの位置検出を可能にしたアレイ基板の正面図であって、モジュールの構成は実施例1と同様に行う。このアレイ基板では、以下のようにして、目的のミラーやファイバに、光ビームを当てることができる。

【0014】まず、向かい側にあるアレイ基板上の任意の受光素子10に、光ビーム5を当て、当たっている光ビーム位置P、を検知する。次に、ここから目的のファイバF、や、ミラーM、(図示せず)の位置を計算して、直接光ビームを走査する。この方法において、この光ビーム走査でビームを、直接目的ファイバF、に照射する

のではなく、その周囲に配置されている四つの受光素子10'の位置を検出すると、ファイバF、と受光素子10'との相対位置から目的のファイバF、が確認できるだけでなく、正確にその位置も決まる。

#### 【0015】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光接続モジュールは、アレイ基板上の光ファイバを相互接続する場合、光の進路変更と位置決めには、それぞれのファイバに対向する2枚の回転反射ミラーしか使わないので、操作は簡単であり、光損失も小さい。また、すでに接続されているファイバ間の組合せを変更する場合も、同様にすればよい。しかもファイバの配列やアレイ基板の相対位置に対して高精度を必要としないので、これらの部品の加工や組立が容易になるという効果が期待できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】光ファイバと回転反射ミラーを二次元に配列したアレイ基板の基本構成を示す斜視図である。

【図2】2枚のアレイ基板を用いた光の空間接続状態を示す図である。

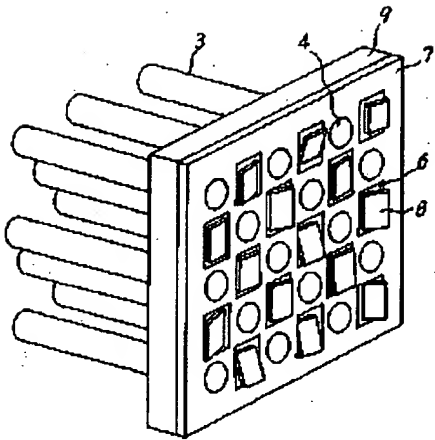
【図3】二次元配列基板でファイバ端面と回転反射ミラーの間に受光素子を配置し、光ビームの位置検出を可能にしたアレイ基板の正面図である。

【図4】ビームシフタを用いた二次元の光接続モジュールの構成を示す斜視図である。

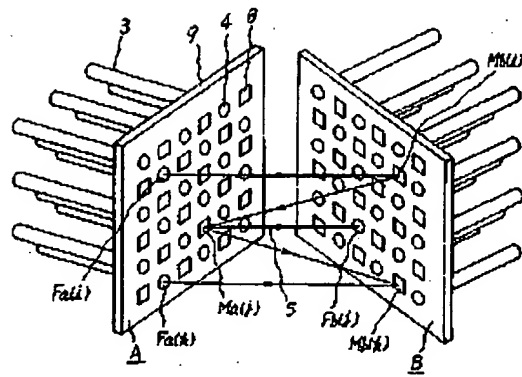
#### 【符号の説明】

- 1 二次元ファイバアレイ基板
- 2 ビームシフタ
- 3 光ファイバ
- 4 マイクロレンズ
- 5 光ビーム
- 6 開孔
- 7 マイクロレンズ基板
- 8 回転反射ミラー
- 9 アレイ基板
- 10、10' 受光素子
- A、B アレイ基板
- F、F、(i)、F、(k)、F、(i) ファイバ
- P、 光ビーム位置
- M、(i)、M、(i)、M、(k) 回転反射ミラー

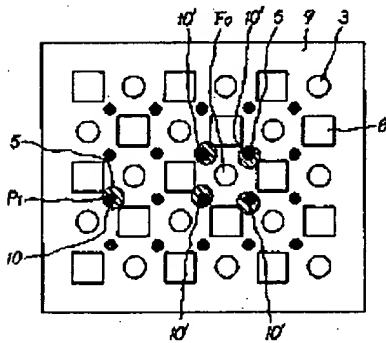
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

